

ARCHITECTURE**ВПЛИВ ПОЛОЖЕННЯ ВІКОННИХ БЛОКІВ ПО ТОВЩИНІ СТІНИ НА ТЕПЛОТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВУЗЛА ЇХ ПРИМИКАННЯ***Пашинський В.А.**професор, доктор технічних наук,**Настоящий В.А.**професор, кандидат технічних наук,**Джирма С.О.**доцент, кандидат технічних наук,**Плотніков О.А.**асистент,**Остапчук А.С.**магістрант**Центральноукраїнський національний технічний університет**м. Кропивницький, Україна***THE INFLUENCE OF THE POSITION OF THE WINDOW BLOCKS BY WALL THICKNESS ON THERMAL CHARACTERISTICS OF JUNCTION NODE***Pashynskiy V.A.**Sc. D., professor,**Nastoyashchiy V.A.**Ph. D., professor,**Dzhyrma S.O.**Ph. D., Associate Professor**Plotnikov O.A.**assistant lecturer**Ostapchuk A. S.**M. S. in engineering**Central Ukrainian National Technical University**Kropivnitskiy, Ukraine***АНОТАЦІЯ**

Однією з вагомих складових втрат тепла через огорожувальні конструкції будівель є вікна та вузли їх примикання до стін. Проведені дослідження дозволили визначити положення вікна в товщі стіни, яке забезпечує оптимальний тепловий режим вузла примикання вікна до стіни в заданих кліматичних умовах експлуатації. Результати дослідження можуть бути основою для створення загальної методики визначення оптимального положення вікон різних типів у зовнішніх стінах різних конструкцій, що експлуатуються в різних кліматичних умовах. Впровадження результатів зменшить втрати тепла в вузлах примикання вікон та забезпечить відсутність конденсації вологи в зоні цих вузлів.

ABSTRACT

One of the significant components of heat loss through the enclosure structures of buildings is the windows and junction nodes to the walls. The conducted researches allowed to determine the position of the window in the thickness of the wall, which provides the optimal thermal mode of the node, that connects the window to the wall in the given climatic conditions of operation. The results of the research may be the foundation for creating a methodology for determining the optimal position of windows of different types in the outer walls of different designs, operated in different climatic conditions. Implementation of the results will reduce the heat losses in the in the nodes of windows to the outer walls and ensure the absence of condensation in the zone of these nodes.

Ключові слова: енергоефективність, втрати тепла, цегляні стіни, вікна ПВХ, температурні поля.

Keywords: energy efficiency, heat loss, brick walls, PVC windows, temperature fields.

Вступ. На сьогоднішній день енерго- і ресурсозбереження є головним напрямом технічної політики в галузі будівництва. В Україні за один опалю-

вальний сезон на 1 млн. м² житлової площі витрачається 55 тисяч тон природного палива, що в два рази більше, ніж у Європі. Це пов'язано, в першу

чергу, з тим, що втрати тепла в навколишнє середовище в різних будівлях, спричинені низькими теплозахисними властивостями огорожувальних конструкцій, складають 20...60% [1, 2]. Тому поліпшення теплових характеристик огорожувальних конструкцій є актуальним науково-технічним завданням.

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

Аналіз структури загальних тепловтрат в житлових і цивільних будівлях показує, що через віконні прорізи втрачається до 20...30% тепла [3, 4]. При цьому значна частина тепла втрачається через місця примикання вікон до стін і через укоси [5, 6].

З метою підвищення рівня теплоізоляції і комфортності існуючих житлових будівель в 1990 роках почалося масове застосування вікон з ПВХ (полівінілхлоридних профілів) замість традиційних дерев'яних, що є значним резервом для економії енергетичних і природних ресурсів.

Впровадження в практику будівництва одностулкових вікон з вузькою коробкою з ПВХ спричинило ряд помилок при проектуванні зовнішніх стін будівель, а також при монтажі світлопрозорих конструкцій. В основному вони полягають у неврахуванні при теплотехнічних розрахунках і розробці проектів особливостей розташування вікон в прорізах стін.

Одна з помилок початкового впровадження таких вікон пов'язана з малою шириною пластмасових коробок і стулок віконних блоків у межах 60...70 мм, у зв'язку з чим на внутрішніх поверхнях коробок і віконних відкосів, як в одношарових, так і двошарових стінах виникають зони з пониженими температурами. Це призводить до утворення конденсату на внутрішній поверхні віконних укосів, а в ряді випадків – навіть до їх промерзання.

Якість теплоізоляції вузлів примикань вікон з ПВХ до огорожувальних конструкцій може бути оцінена за допомогою тепловізійного контролю. Характерні температурні поля, отримані на екрані тепловізора у вигляді кольорового зображення, наведені на рис. 1 за даними відкритих інтернет-джерел. Градація кольорового зображення термограм відповідає різним температурам і наочно підтверджує значні тепловтрати в місцях зовнішніх віконних відкосів.

В процесі монтажу дуже важливо правильно встановити вікно в товщі стіни, щоб в холодну пору року внутрішня поверхня стіни і внутрішні укоси не охолоджувалися нижче температури точки роси, при якій починається конденсація водяної пари, намокання й промерзання конструкцій.

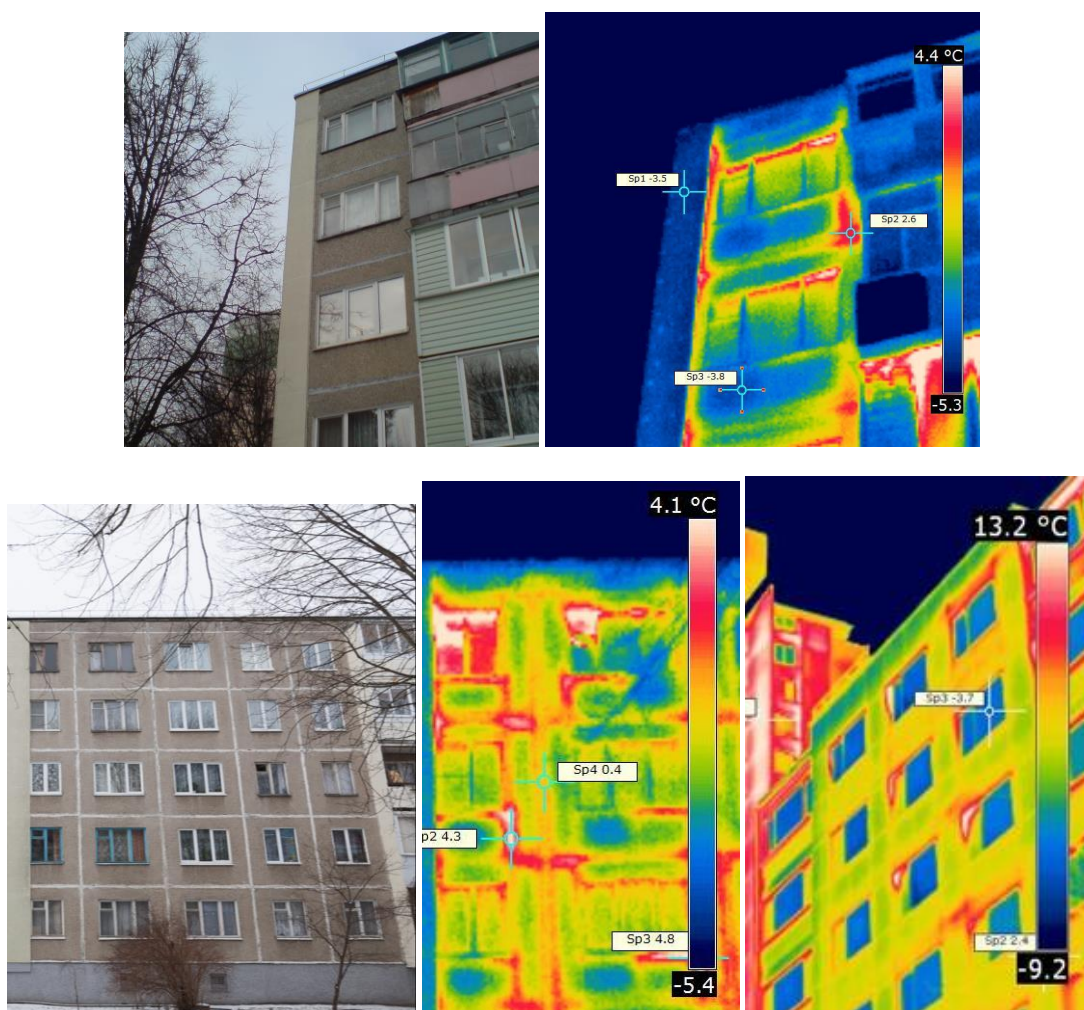


Рисунок 1 – Тепловтрати через вузли примикань вікон з ПВХ до зовнішніх стін житлових будинків

Конструкція зовнішньої стіни на суцільній плоскій ділянці є однорідною з теплофізичної точки зору. Ізотерми в ній розташовані паралельно поверхні стіни (рис. 2), а тепловий потік спрямований зсередини приміщення назовні перпендикулярно ізотермам. Але на деяких ділянках стіни (у зовнішніх кутах, навколо віконних і дверних прорізів

тощо) розподіл температур перестає бути рівномірним. У міру наближення до вікна паралельні ізотерми вигинаються (рис. 2), прямуючи до місця стику віконної рами та стіни. Температура стіни в цій зоні знижується і ризикує наблизитися до критичної точки роси, при якій на поверхні відкосів і вікна конденсується волога.

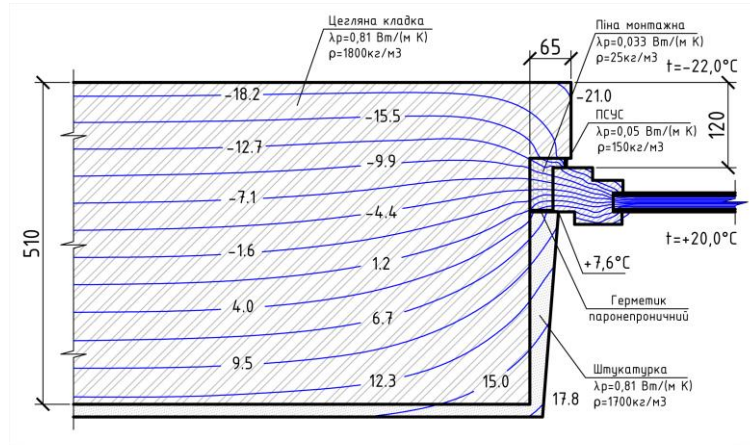


Рисунок 2 – Ізотерми в одношаровій суцільній цегляній стіні та вузлі примикання вікна до стіни.

Розрахунки та досвід експлуатації показують, що частина відкосу й коробки вікна може опинитися в зоні точки роси, що у свою чергу приводить до утворення в цьому місці конденсату по всьому периметру вікна (рис. 3). При цьому різко падає локальний термічний опір огорожувальної конструкції та з'являються додаткові втрати тепла через

відкіс. Фактично стіна в зоні монтажного шва зменшується в товщині, опір теплопередачі падає та відбувається локальне промерзання відкосу.

Вирішення цієї проблеми можливе шляхом зміщення вікна в зону позитивних температур за рахунок застосування широкої коробки або утеплюючого вкладиша. Тоді опір теплопередачі стіни в зоні відкосу стане достатнім для того, щоб утворення конденсату стало неможливим.

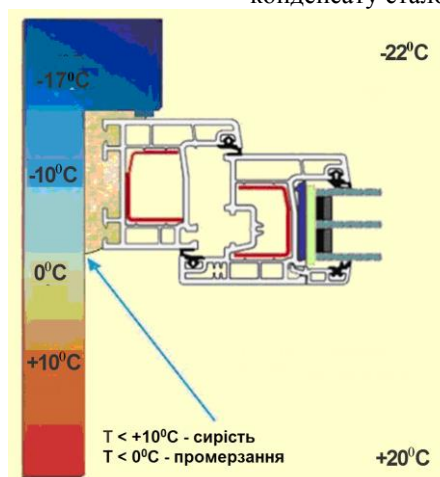


Рисунок 3 – Розподілення температур по товщині стіни.

Однак, зміщення вікна в бік приміщення зменшує рівень освітленості помешкання і зменшує розміри підвіконня, що в свою чергу негативно впливає на інтер'єр приміщення, а також потребує наявності широкої додаткової віконної коробки [7].

У нормативних документах [8, 9] формуються основні положення по установці, кріпленню віконних блоків у прорізі, вимоги до якості матеріалів, а також надаються схеми виконання монтажного шва. Однак в зазначених документах відсутні чіткі рекомендації по розміщенню віконного блока

в товщі стіни, що суттєво впливає на теплозахисні якості вікон. В основному рекомендується встановлювати вікна на відстані 2/3 товщини від зовнішнього боку стіни, або надаються посилання на конструкторську документацію (проект на будівництво) [10].

Дані рекомендації не враховують матеріал, з якого виготовлено зовнішні стіни, товщину віконного блока, температурні умови місця будівництва і не дають змоги правильно встановити вікно в то-

віщі стіни, виходячи з умови достатніх теплових характеристик зон примикання вікон до зовнішніх стін.

Для оцінки теплового стану вузлів огорожувальних конструкцій найбільш показовою є ізотерма $+10^{\circ}\text{C}$. Відомо, що при температурі повітря в приміщенні $+20^{\circ}\text{C}$ і вологості 50% водяна пара конденсується при контакті з поверхнею, яка має температуру нижче $9,3^{\circ}\text{C}$. Оскільки температура і вологість повітря в приміщенні коливаються (температура – від 18 до 22°C , а вологість – від 40 до 60%), то в теплотехнічних розрахунках орієнтуються на температуру точки роси $+10^{\circ}\text{C}$. Щоб запобігти випаданню конденсату, ізотерма $+10^{\circ}\text{C}$ повинна проходити усередині конструкції. Для цього вікно в отворі потрібно зміщувати в бік приміщення, в зону позитивних температур [11].

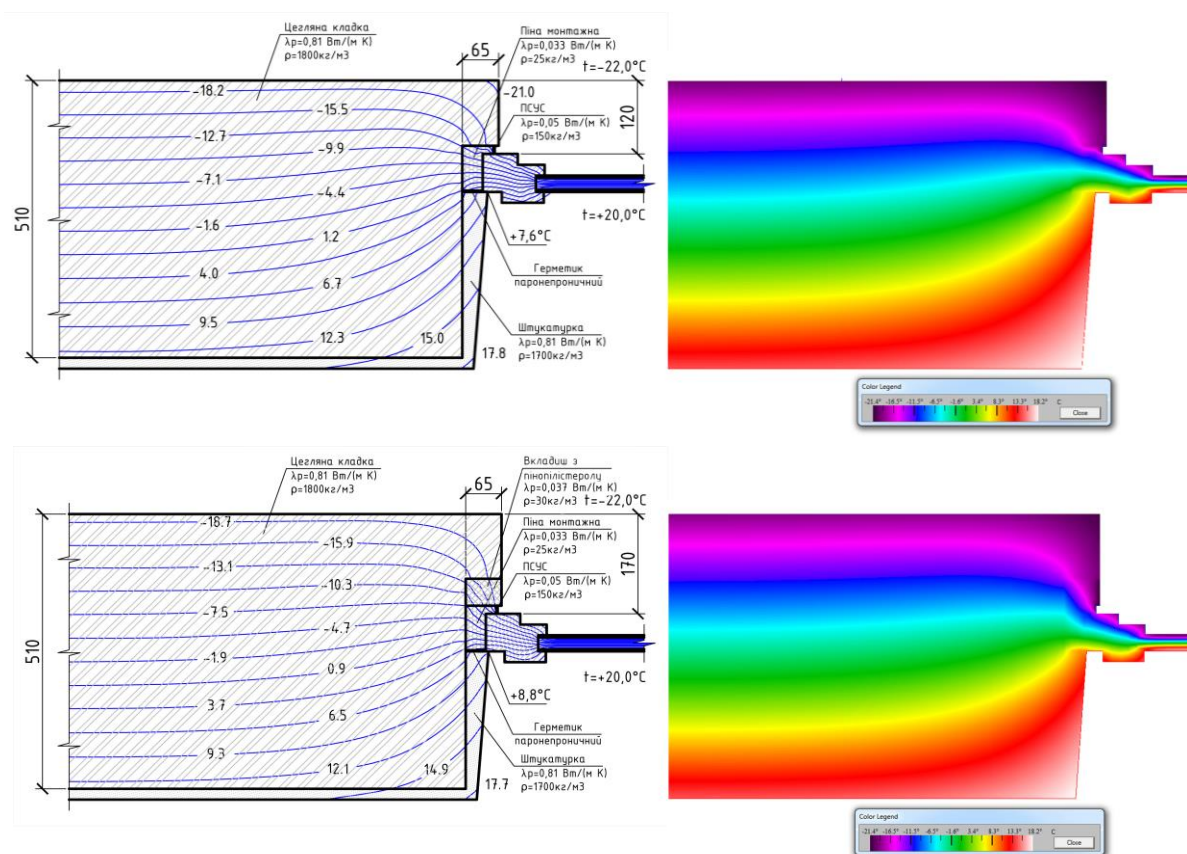
Мета, завдання й методика досліджень. Визначити оптимальне положення вікна в товщі зовнішньої стіни за результатами дослідження температурних полів у вузлах примикання вікон до зовнішніх стін.

Дослідження температурних полів і передачі тепла через вузли примикання світлопрозорих ого-

роджувальних конструкцій до стін виконано за допомогою програми THERM, яка є у вільному доступі на сайті Національної лабораторії Лоуренса Берклі (windows.lbl.gov) і дозволяє дослідити розподілення температур в товщі стіни і в вузлі примикання вікна до стіни.

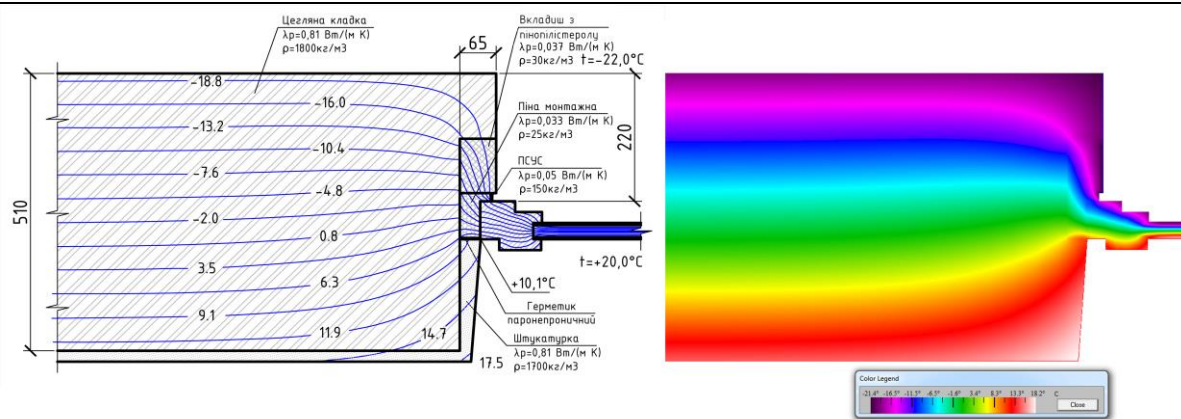
Дослідження виконуються для міста Кропивницький з такими кліматичними умовами [12]: розрахункова температура зовнішнього повітря -22°C , температура в приміщенні $+20^{\circ}\text{C}$ та відносна вологість 50%. Для прикладу розглянута суцільна цегляна стіна товщиною 510 мм, яка є основною огорожувальною конструкцією існуючих серійних будівель у міста Кропивницький, зведених у 1960-х...2000-х роках, та віконний блок з ПВХ із товщиною коробки 70 мм.

Для побудови графіка залежності температури внутрішнього відкосу від положення вікна в товщі стіни виконано 17 розрахунків у програмі THERM при розміщенні віконного блоку на відстані від 120 мм до 280 мм від зовнішньої поверхні стіни з кроком зміщення 10 мм. Зазор між четвертою та зміщеним віконним блоком заповнюється вкладишем з пінополістиролу. Характерні приклади результатів розрахунків наведені на рисунку 4.



a

б



6

Рисунок 4 – Розподілення температур (ізотерм) в зоні примикання віконного блоку з ПВХ до одношарової суцільної цегляної стіни:

- а* – традиційне розташування віконного блоку відразу за четвертю;
б – розташування віконного блоку зі зміщенням у бік приміщення (на відстань 50 мм) і утепленням зовнішньої поверхні віконного відкосу;
в – розташування віконного блоку зі зміщенням у бік приміщення (на відстань 100 мм) і утепленням зовнішньої поверхні віконного відкосу.

Результати досліджень. Проведений аналіз зображених на рисунку 4 температурних полів показав, що зміщення вікна в товщу стіни призводить до істотного підвищення температури на поверхні

внутрішнього відкосу. Залежність температури поверхні відкосу від глибини установки вікна зображена на рисунку 5.

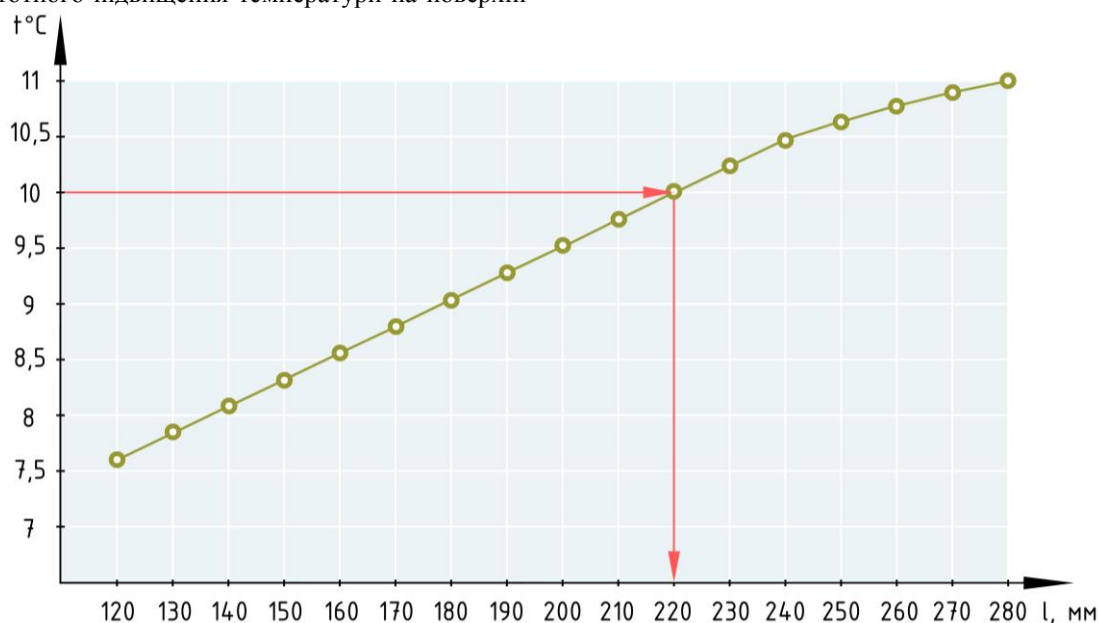


Рисунок 5 – Графік залежності температури у вузлі примикання вікна до одношарової суцільної цегляної стіни та розташування вікна у товщі стіни.

З рисунка видно, що оптимальним положенням вікна є середина стіни (відстань від зовнішньої поверхні стіни складає 220 мм). При такому розташуванні вікна мінімальна температура в зоні примикання віконної коробки до стіни складає $10,5^\circ\text{C}$, що перевищує точку роси і гарантує відсутність умов для утворення конденсату на поверхні вузла примикання.

Розташування вікон відповідно до рекомендацій виконаного дослідження гарантує неможливість утворення конденсату, виключає промерзання відкосу і таким чином зменшує тепловтрати через поверхню відкосу.

Дані дослідження виконані для зовнішньої цегляної суцільної стіни товщиною 510 мм (дві цеглини). Враховано звичайні характеристики матеріалу стіни, ширину віконної коробки 70 мм, конструкцію вузла примикання вікна до зовнішньої стіни і конструктивне виконання внутрішніх укосів, а також кліматичні умови м. Кропивницький.

Висновки та перспективи подальших досліджень.

Отриманий графік дозволяє визначити оптимальне положення віконного блоку в товщі зовніш-

ньої стіни, яка експлуатується в кліматичних умовах м. Кропивницький при відомій температурі точки роси.

Приведена методика дослідження і результати можуть бути покладені в основу створення методики визначення доцільного положення вікон в зовнішніх стінах різної конструкції, та в різних кліматичних умовах, що в свою чергу дозволить знизити тепловитрати у вузлах примикання вікон до зовнішніх стін і підвищити енергоефективність існуючих та нових будівель.

Таким чином, ефективність нових вікон з ПВХ значною мірою залежить від технічних і технологічних рішень з їх монтажу. Важливо, щоб положення вікон в стіні були диференційовані залежно від кліматичних умов та конструкції вікон і стін, а також точно виконувалися правила монтажу при заміні чи встановленні вікон в нових будівлях.

Література

1. Керш В.Я. Энергосберегающие материалы для ограждающих конструкций зданий та споруд: Навч. пос. / В.Я. Керш. – Одеса: Астропринт, 2007. – 31 с.
2. Чічірко А.І. Дослідження впливу щільності бетону на енергоефективність зовнішніх стін сучасних каркасно-монолітних залізобетонних житлових будівель / Чічірко А.І., Джирма С.О. // Збірник тез доповідей IV Всеукраїнського студентського науково-практичного семінару "Досвід впровадження у навчальний процес сучасних комп'ютерних технологій". – КНТУ, 2016. – С. 67-74.
3. Тепловитрати через різні види зовнішніх огорожень [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://bibliograph.com.ua/spravochnik-113-uteplenie/3.htm>.
4. Тукало О.С. Дослідження впливу положення вікон з ПВХ в товщі стін на тепловитрати існуючих житлових будівель вторинного ринку нерухомості в м. Кіровоград / Тукало О.С., Джирма С.О. // Збірник тез доповідей IV Всеукраїнського студентського науково-практичного семінару "Досвід впровадження у навчальний процес сучасних комп'ютерних технологій". – КНТУ, 2016. – С. 59-66.
5. Беляев В.С. Пути повышения энергоэффективности окон и улучшения воздушного режима помещений // Стройресурс. – №5. – 2003.
6. Правиленко Н.М., Джирма С.О. Зниження тепловтрат будівель шляхом застосування енергоефективних проектних і технологічних рішень вузлів примикання сучасних світлопрозорих огороджуючих конструкцій / Правиленко Н.М., Джирма С.О. // Збірник праць молодих науковців КНТУ. – Вип. 3. – Кіровоград: КНТУ, 2014. – С. 510-513.
7. Гаврилова В.В. Технологічні особливості кріплення сучасних вікон із ПВХ в проїмах зовнішніх стін з шаром утеплювача / Гаврилова В.В., Джирма С.О. // Збірник тез доповідей III Всеукраїнського студентського науково-практичного семінару "Досвід впровадження у навчальний процес сучасних комп'ютерних технологій". – КНТУ, 2015. – С. 37-43.
8. Швы монтажные узлов примыкания оконных блоков к стеновым проемам. Общие технические условия: ГОСТ 30971-2012. - М. Стандартинформ, 2014. - 43 с. (Межгосударственный стандарт).
9. Конструкції будинків і споруд. Настанова щодо проектування й улаштування вікон та дверей: ДСТУ-Н Б В.2.6-146:2010. - К. Мінрегіонбуд України, 2010. – 104 с. (Національний стандарт України).
10. Конструкції будинків і споруд. Шви з'єднувальні місць примикання віконних блоків до конструкцій стін. Загальні технічні умови: ДСТУ Б В.2.6-79:2009. - К. Мінрегіонбуд України, 2009. - 26 с. (Національний стандарт України).
11. Красовский, П.С. Новые строительные материалы и технологии: учеб. пособие / П.С. Красовский. – Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2005. – 223 с.
12. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія: ДСТУ-Н Б В.1.1 – К.: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2011. – 131 с. (Національний стандарт України).